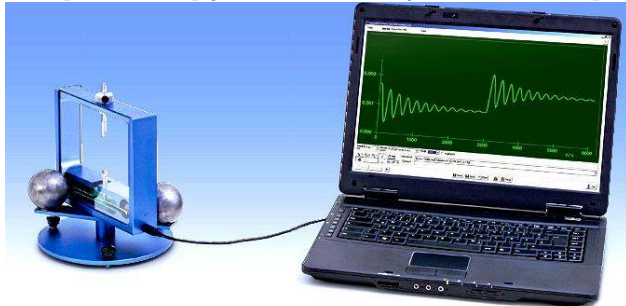


красивое

Условие

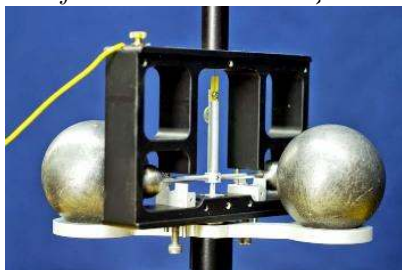
Задание 11-1. Опыт Кавендиша на современном оборудовании

Производство приборов и оборудования для учебных целей в настоящее время является прибыльным делом. Широко известна германская фирма ZV Scientific, производящая «красивое» и дорогое оборудование для учебных лабораторий.



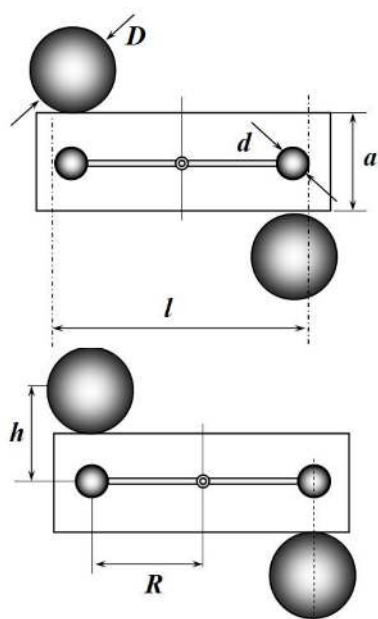
В данном задании Вам необходимо проанализировать результаты измерений гравитационной постоянной на установке, разработанной этой фирмой. Приведенные данные взяты из каталога приборов этой фирмы, имеющего, в том числе и рекламный характер.

На фото показан общий вид этой установки.



Основным ее элементом (как и в опытах самого Г.Кавендиша) являются чувствительные крутильные весы.

Их вид показан на следующей фотографии. На тонкой упругой вольфрамовой нити подвешено легкое коромысло, на концах которого закреплены два небольших свинцовых шарика. Коромысло может совершать малые крутильные колебания. Чувствительный датчик регистрирует угол поворота коромысла (с разрешающей способностью 25 микрорадан) и выводит результаты измерений на экран компьютера, на котором отражается зависимость угла поворота коромысла от времени. Эта система помещена в стеклянный корпус (на фото он снят), чтобы избежать влияния потоков воздуха. В положении равновесия коромысло располагается примерно вдоль оси корпуса по его средней линии. Снаружи корпуса на вращающейся подставке расположены два больших свинцовых шара. Во время измерений эти шары касаются стенок стеклянного корпуса. С помощью вращательного механизма эти шары можно приближать к корпусу в двух положениях – с одной и, с другой стороны.



Согласно техническому описанию прибора, его параметры имеют следующие значения:

Массы больших шаров $M = 1,038\text{кг}$.

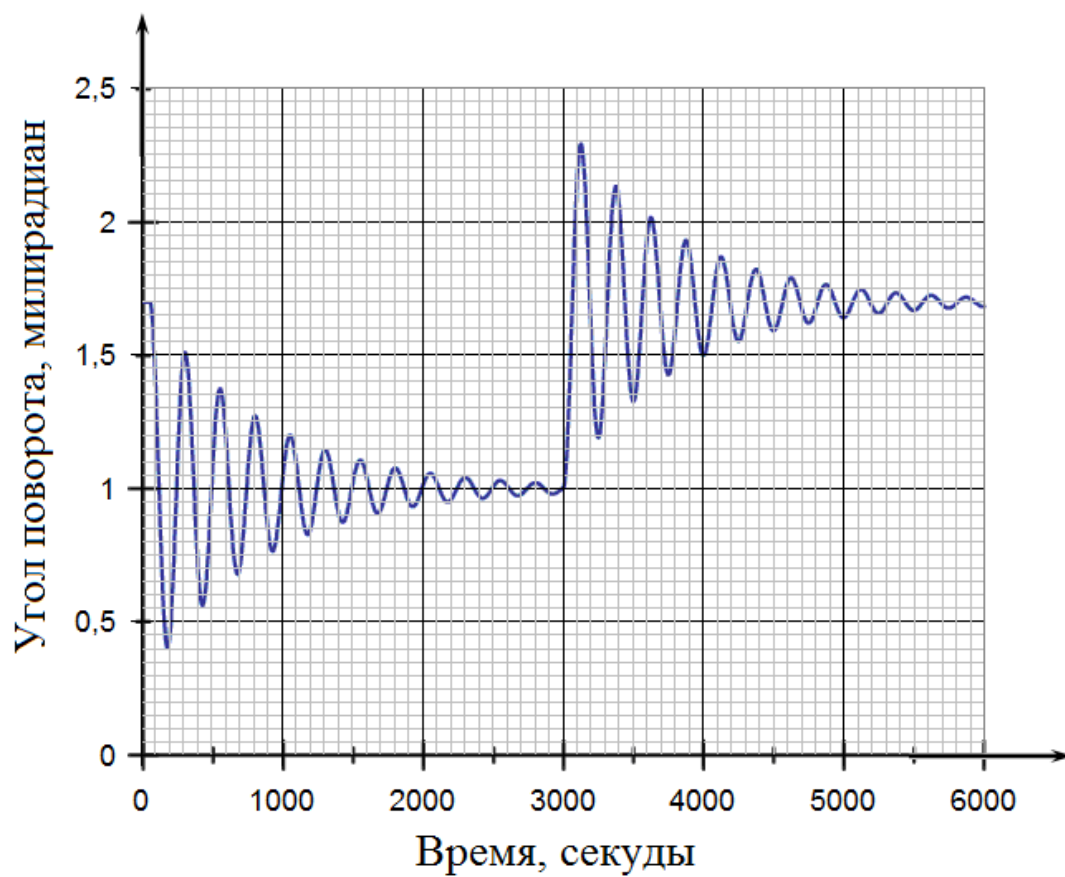
Массы малых шаров $m = 0,0145\text{кг}$.

Массой коромысла весов можно пренебречь

Геометрические параметры:

Диаметры больших шаров $D = 0,0562\text{м}$.

Диаметры малых шаров $d = 0,0134\text{м}$.



Расстояние между стенками стеклянного корпуса $a = 0,0351\text{м}$

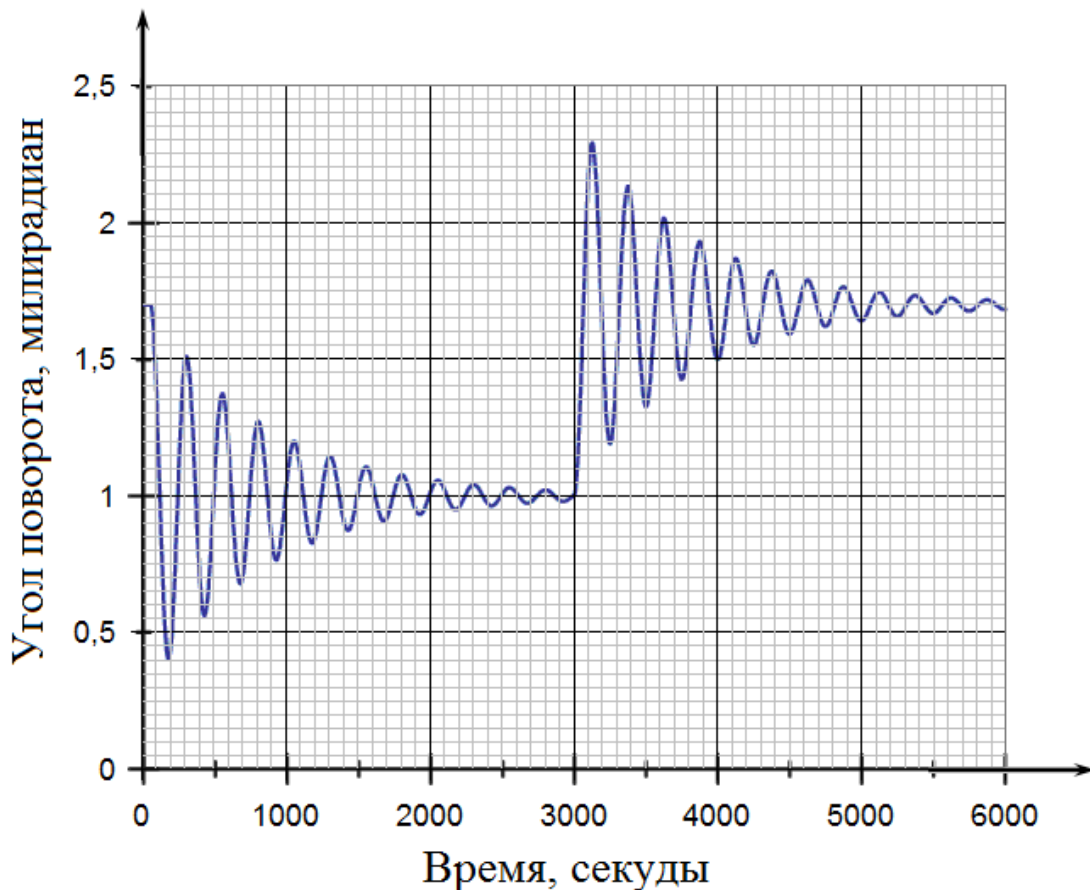
Расстояние между внешними границами малых шаров на коромысле $l = 0,1468\text{м}$.

В своем решении используйте следующие геометрические величины:

расстояние от оси подвеса до центра малого шара R

расстояние между центрами большого и малого шаров при касании большого шара стенки стеклянного корпуса h

Вычислите численные значения этих величин и далее используйте их в своих расчетах. Используйте приведенные здесь обозначения.



В начале эксперимента большие шары располагались на максимальном удалении от коромысла. Затем их придвинули вплотную к стенкам корпуса. Через 5 минут после начала измерений держатель больших шаров повернули примерно на 180 градусов, приблизив их вплотную к стенкам корпуса. При этом шары оказались с другой стороны относительно малых шаров.

На графике приведена полученная зависимость угла поворота коромысла от времени. Не удивляйтесь: время измерения составило в общей сложности 10 минут. Для справки: в опытах Кавендиша период колебаний коромысла был примерно равен 15 минутам. Углы отклонения приведены в миллирадианах - тысячной доле радиана.

Используя приведенные данные, определите с максимальной точностью значение гравитационной постоянной.

Несмотря на то, что Вам предоставлена полная свобода действий, в изложении своего решения будьте последовательны и немногословны. Жюри ждет от Вас научный трактат на заданную тему.

Получите расчетные формулы (их вывод сопровождайте рисунками, указывайте смысл использованных Вами обозначений, аргументируйте сделанные приближения); укажите ка-

кие физические величины должны быть получены из приведенного графика; укажите, каким способом вы «извлекли» эти величины, приведите их численные значения, приведите окончательный результат (хотя, надеемся, что он Вам известен). Укажите основные неучтенные факторы, которые могли повлиять на окончательный результат.

Помните, что надо использовать всю имеющуюся информацию, не желательно получать значения по одной экспериментальной точке! При необходимости может использовать лист разграфленной бумаги для построения графиков.

Четко выделяйте основные этапы работы и важные промежуточные результаты. Допускается проведение промежуточных расчетов и их дальнейшее использование.